

## Ekolojik kuantum analizi: Sapma düzeltmeli enerji bileşen tablosunun yapılandırılması

Kürşad Özkan<sup>a</sup> 

**Özet:** Bu makale kuantum ekolojisi çerçevesinde sapma düzeltme eşitlikleri dikkate alınarak enerji bileşen tablosunun yapılandırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada sapma düzeltme eşitliği olarak birinci derece Jackknife indisi tercih edilmiştir. Hipotetik bir meta toplum verisi kullanılarak geleneksel hesaplara dayanan enerji bileşen (GEB) tablosu ve sapma düzeltmeli enerji bileşen (SEB) tablosu elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre SEB tablosunun tüm potansiyel enerji ayak izi (PENİ) değerleri GEB tablosunun PENİ değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. En önemli farklılıklar bileşik etki ve beliren etki parametrelerinde gözlenmiştir. Sapma asıl olarak bir toplumu temsil etmek üzere envanter ile elde edilen verinin genelde eksik olmasından kaynaklanmaktadır. Ekolojik kuantum analizinde meta toplumlara yönelik veri envanter çalışmaları ile elde edilmektedir. Bu sebepten sapma düzeltme kavramının kuantum ekolojinde yer bulması ve bununla ilgili algoritmaların ekolojik kuantum parametrelerinin kestiriminde dikkate alınması önemlidir.

**Anahtar kelimeler:** Canlı toplumu, Resonatör, Kompleks, Enerji birimi, Entropi

## Ecological quantum analysis: Building a bias-corrected energy component table

**Abstract:** This present study was carried out to build bias-corrected energy component table in the frame of quantum ecology. The first order jackknife index was preferred as a bias corrected equation. Using a hypothetical meta-community data, traditional energy component (TEC) table and bias-corrected energy component (BEC) table were obtained. According the results, all potential energy footprint (PEF) values of BEC were found higher than PEF values of TEC. The most considerable differences were observed for joint effect and emergence effect. Bias comes from incomplete inventory data. The data used in ecological quantum analysis is obtained from field inventory works. Therefore the concept of bias needs to be placed in quantum ecology and the bias-corrected algorithms should be considered in estimations of ecological quantum parameters.

**Keywords:** Living community, Resonator, Complex, Energy unit, Entropy

### 1. Giriş

Orlóci (2013a)'nin "Kuantum ekolojisi. Enerji yapısı ve Onun Analizi" isimli kitabı ile ilk defa Max Plank'ın enerji tabanlı entropi eşitliği ekoloji alanında kullanılmıştır. Araştırmacı bu kitapta Plank'ın enerji tabanlı entropi eşitliğini temel alarak ekolojik kuantum parametrelerini tanımlamış ve onların hesabını çeşitli ekolojik toplum örneklerinde uygulayarak ayrıntılı olarak açıklamıştır. Bu kitabın daha sonraki versiyonunda ise aynı parametreler aynı hesaplama yöntemleri ile gösterilmiş olup bazı grafik, tablo ve yazım düzeltmeleri dışında mahiyete bir değişiklik yapılmamıştır (Orlóci, 2015a). Araştırmacının bu kitap dışında enerji tabanlı entropi eşitliği ve onun bileşenlerini kullandığı başka çalışmaları da bulunmaktadır (Orlóci, 2013b; Orlóci, 2014; Orlóci, 2015b; Orlóci, 2015c). Ekolojik kuantum parametrelerinin hem karakter tabanlı verilerin analizine hem de çevresel faktörlerle ilişkilerine yönelik ilk çalışmalar ise Özkan (2016; 2017a) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu konu ile ilgili en son çalışmalar ise Özkan (2018) tarafından Tsallis entropisi ile enerji tabanlı entropinin genelleştirilmesi ve Orlóci ve Özkan (2019)

tarafından Kanadankis istatistiği ile enerji tabanlı entropi eşitliğinin genelleştirilmesi üzerine olmuştur.

Gerçekleştirilen bütün bu çalışmalara rağmen, ekolojik kuantum analizi hala kavramsal ve metodolojik açıdan bazı eksiklikler içermektedir. Bu eksikliklerden en önemlisi enerji bileşen hesapları gerçekleştirilirken envanter verilerinin sorgulanmadan doğrudan işleme alınmasıdır. Oysaki biyolojik çeşitlilik hesaplamalarında bu sorgulama gerçekleştirilebilmekte ve kestirimler daha güvenilir bir şekilde yapılabilmektedir. Envanter verilerinin sorgulanması sapmanın belirlenmesi ve hesaba aktarılması anlamına gelmektedir. Sapma envanter esnasında gözlenemeyen türlerden dolayı ortaya çıkan veri eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Gözlenemeyen türler sebebiyle hemen bütün envanter verileri az veya çok sapma içerir. Biyolojik çeşitliliğin ölçümünde sapmanın azaltılmasına veya engellenmesine yönelik geliştirilmiş birçok eşitlik bulunmaktadır. Bunlardan en popüler olanları Jackknife yöntemi (Zahl, 1977), düzeltmeli en çok olabirlik tahmini ve Chao-Shen ölçümüdür (Chao ve Shen, 2003).

Biyolojik çeşitlilik hesaplarında olduğu gibi ekolojik kuantum analizinde de canlı toplumlarına ait veriler kullanılmaktadır. Bu durum enerji bileşen hesaplarına konu

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Isparta, Türkiye

@ \* **Corresponding author** (İletişim yazarı): kursadozkan@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 10.05.2019, **Accepted** (Kabul tarihi): 16.07.2019



**Citation** (Atıf): Özkan, K., 2019. Ekolojik kuantum analizi: Sapma düzeltmeli enerji bileşen tablosunun yapılandırılması. Turkish Journal of Forestry, 20(3): 168-172.  
DOI: [10.18182/tjf.563218](https://doi.org/10.18182/tjf.563218)

olan verilerin eksik olabileceği anlamına gelir ve kestirimlerin güvenilirliğine şüphe düşürür. O halde sapma konusunun ve bununla ilgili hesapların ekolojik kuantum analizinde yer bulması gerekir.

Bu çalışma sapmanın dahil edilerek enerji bileşen hesaplarının yapılmasına yönelik niceliksel bir yöntem yaklaşımı önermektedir. Çalışma da hipotetik bir meta toplum verisi kullanılmış, sapmanın hesaplara yansımaları ile canlı toplumlarının enerji yapılarındaki hesapların ne kadar değişebileceği gösterilmiş ve böylece sapmanın enerji parametrelerinin hesabında yer almasının önemine vurgu yapılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Enerji bileşenlerinin sapma düzelme esasına dayanan hesapları

Ekolojik kuantum analizinde kullanılan temel eşitlik aşağıda verilen Plank'nın enerji tabanlı entropi eşitliğidir (Orlói, 2013a).

$$H_n = nH = (T+n) \ln(T+n) - T \ln T - n \ln n \quad (1)$$

Bu denklemin temelinde enerji eşitliği esastır. Diğer bir deyişle,

$$E_j = E_{Env} + E_{Phy} + E_{Em} \quad (2)$$

Eşitlikteki terimler özel süreçlerin potansiyel enerji ayak izini temsil etmektedir. Burada  $E_j$  birleşik etki anlamına gelmektedir. Zincirdeki (katena) harici zorlayıcı sürecin özel enerji ayak izi veya geçici çevresel etki ayak izi  $E_{Env}$  olarak ifade edilebilir.  $E_{Phy}$  uzun dönemli filogeni sürecine özel enerji ayak izi veya düzensizlikten geri kazanımın zamansal sürecine özel enerji ayak izini ifade etmektedir.  $E_{Em}$  ise beliren etki olarak tanımlanmaktadır (Orlói 2013a, Özkan, 2017b).

Envanterde gözlenemeyen türlerden kaynaklanan sapma, entropi değerine eklenecek olan değerdir. Bu yüzden "sapma" ifadesi yerine genelde "negatif sapma" ifadesi kullanılmaktadır (Chao ve Shen, 2003).

Meta toplum verilerine yönelik önerilen negatif sapma hesabı bileşen tablosunun üç terimine yöneliktir. Bunlar eşitlik 2'de verilen  $E_j$ ,  $E_{Phy}$  ve  $E_{Env}$  bileşenleridir.

Aşağıdaki eşitlikte bir toplumda gözlenen türe ( $s_{obs}$ ) eklenecek tür sayısı ( $S_r$ ) ile gerçekte olması beklenen toplam tür sayısı ( $\hat{S}$ ) belirlenmektedir (Burnham ve Overton, 1978; Chao ve Shen, 2010).

$$\hat{S} = s_{obs} + S_r \quad (3)$$

Gözlenen tür sayısı ( $s_{obs}$ ) bellidir. Belirlenmesi gereken  $S_r$ 'dir.  $S_r$  toplumda bulunan türlerin sayıları/frekans değerleri dikkate alınarak veya toplum içindeki alt toplumlarda (meta toplum içindeki komplekslerde) türlerin tekrar etme sayıları dikkate alınarak belirlenebilir.

Her iki yaklaşımla  $S_r$  kestirimi için birinci derece Jackknife indisi kullanmak mümkündür (Burnham ve Overton, 1978; Chao ve Shen, 2010). Şöyle ki;

Bir toplumda bolluk (frekans) verilerini dikkate alan negatif sapmayı azaltıcı birinci derece jackknife eşitliği aşağıdaki gibidir.

$$\hat{S} = s_{obs} + \frac{n-1}{n} f_1 \quad (4)$$

Eşitlikte  $n$  toplam birey sayısını,  $f_1$  toplumdaki tek frekanslı türlerin sayısını ifade etmektedir.

Tekrarlanma değerlerine göre negatif sapmayı azaltıcı birinci derece jackknife eşitliği;

$$\hat{S} = s_{obs} + \frac{T-1}{T} Q_1 \quad (5)$$

Eşitlikte  $T$  toplumdaki alt toplum sayısını (meta toplumda kompleks sayısını) ve  $Q_1$  toplum içindeki alt toplumlarda (meta toplum içindeki komplekslerde) tek tekrür sayısına sahip türlerinin sayısını ifade etmektedir.

Anlaşılabileceği üzere türlerin bolluk verilerine göre  $S_r = \frac{n-1}{n} f_1$  ve onların tekrarlanma sayılarına göre  $S_r = \frac{T-1}{T} Q_1$  olmaktadır.

Bu durumda,  $S_r = \frac{n-1}{n} f_1$  hesabı  $E_{Phy}$ 'ye,  $S_r = \frac{T-1}{T} Q_1$  hesabı  $E_{Env}$ 'ye ve  $S_r + S_r = \frac{n-1}{n} f_1 + \frac{T-1}{T} Q_1$  hesabı  $E_j$ 'ye gider.

Yukarıdaki hesapları matrisin hem yatay ( $x$ ) hem de dikey yönüne ( $y$ ) göre düzenlersek;

$S(x)_r = \frac{n-1}{n} f(x)_1$  ve  $S(y)_r = \frac{n-1}{n} f(y)_1$  hesapları  $E_{Phy}$ 'ye;  $S(x)_r = \frac{T-1}{T} Q(x)_1$  ve  $S(y)_r = \frac{T-1}{T} Q(y)_1$  hesapları  $E_{Env}$ 'ye ve bu hesapların hepsinin toplamı da  $E_j$ 'ye gider.

Sapma eşitliklerini ekolojik kuantum parametrelerine göre Çizelge 1'e dayanarak sembol değişiklikleri ile yeniden ifade edelim.

$$S_{Phy} = \frac{\sum f_{++} - 1}{\sum f_{++}} f(x)_1 + \frac{\sum f_{++} - 1}{\sum f_{++}} f(y)_1, \quad (6)$$

$$S_{Env} = \frac{\sum C_i - 1}{\sum C_i} Q(x)_1 + \frac{\sum C_i - 1}{\sum C_i} Q(y)_1, \quad (7)$$

$$S_j = \frac{\sum f_{++} - 1}{\sum f_{++}} f(x)_1 + \frac{\sum f_{++} - 1}{\sum f_{++}} f(y)_1 + \frac{\sum C_i - 1}{\sum C_i} Q(x)_1 + \frac{\sum C_i - 1}{\sum C_i} Q(y)_1 \quad (8)$$

Eşitliklerde bir meta toplumdaki toplam kompleks sayısı  $\sum C_i$  ile, toplam birey (enerji birimi) sayısı  $\sum f_{++}$  ile ifade edilmektedir ( $\sum C_i = n_{env}$ ,  $\sum f_{++} = T$ ). Burada,

$f(x)_1$ , meta toplumda tek tekerrürlü ve tek birey sayısına sahip komplekslerin toplamı

$Q(x)_1$ , tek bir türe sahip komplekslerin toplamı

$f(y)_1$ , meta toplumda tek tekerrürlü ve tek birey sayısına sahip türlerin toplamı

$Q(y)_1$ , tek tekerrürlü türlerin toplamı olarak tanımlanabilir.

Eşitlik 6, eşitlik 7 ve eşitlik 8 sapma düzeltme işlemleri için temel olmaktadır.

Eklenecek  $S_r$  değeri eklenecek tür sayısı anlamına gelmektedir. Bu yüzden  $S_r$  değeri, ilgili meta toplumun  $n$  değerine eklenir. Sapma değeri minimum eşikten hesaplanacağından dolayı da  $S_r$  değeri aynı zamanda ilgili meta toplumun  $T$  değerine eklenmektedir. Burada belirtmek gerekir ki, sapma düzeltmeli  $nH_{env}$  hesabında yer alan  $n$  değeri geleneksel hesaplardaki  $n$  değeri ile aynı değere denk gelmektedir. Diğer bir deyişle Eşitlik 7 sapma düzeltmeli  $nH_{env}$  hesabında  $T$  değerine eklenecek değeri ifade

$$nH_{phy}=(T+n+2[S_{phy}])\ln(T+n+2[S_{phy}])-(T+[S_{phy}])\ln(T+[S_{phy}])-(n+[S_{phy}])\ln(n+[S_{phy}]) \quad (9)$$

$$nH_{env}=(T+[S_{env}]+n)\ln(T+[S_{env}]+n)-(T+[S_{env}])\ln(T+[S_{env}])-(n)\ln(n) \quad (10)$$

$$nH_j=(T+n+2[S_j])\ln(T+n+2[S_j])-(T+[S_j])\ln(T+[S_j])-(n+[S_j])\ln(n+[S_j]) \quad (11)$$

## 2.2. Hipotetik meta toplum verisi

Sapmanın etkisini göstermek amacıyla kullanılan hipotetik meta toplum (HMT) verisi Çizelge 2'de verilmiştir. Hipotetik meta toplum üç kompleksten (C1, C2 ve C3) oluşmakta ve toplam 15 türü içermektedir. S5, S9 ve S15 tüm komplekslerde ortak olan türlerdir. C1 de 4 tür, C2 de 3 tür ve C3 de 4 tür tek bireyli/frekanslı türlerdir. Meta toplumda iki tür C1'e, iki tür C2'e ve üç tür C3'e özeldir.

etmektedir. Eşitlik 7 aynı zamanda  $S_j$  hesabının bir parçasıdır.

Ekolojik kuantum parametreleri tam sayı değerleri ile işlem yapar (Özkan, 2017b). Bu yüzden  $S_{env}$ ,  $S_{phy}$  ve  $S_j$  değerlerinin tam sayı değerleri ham verilere eklenmelidir.  $S_{env}$ ,  $S_{phy}$  ve  $S_j$ 'in tabana yuvarlanmış tam sayı değerleri sırası ile  $[S_{env}]$ ,  $[S_{phy}]$  ve  $[S_j]$  olarak ifade edilmiştir.

Verilen bilgiler ışığında sapma düzeltmeli enerji bileşen tablosunun temel aktörlerine ( $nH_{phy}$ ,  $nH_{env}$  ve  $nH_j$ ) ait eşitlikler aşağıda gösterildiği gibidir.

## 3. Bulgular ve tartışma

Çizelge 2'deki meta toplum verisinin geleneksel ve sapma düzeltmeli analiz sonuçları sırası ile Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 3'deki enerji bileşenlerinin tümü için  $T=58$ 'dir. Çizelge 4'de ise  $T$  değerleri resonatörler, kompleksler, bileşik etki ve beliren etki için sırası ile 60, 62, 65 ve 65 şeklindedir. Geleneksel yaklaşımla resonatörler için  $n=15$ , bileşik etki için  $n=26$  ve beliren etki için  $n=1$  iken, sapma düzeltme denklemleri için içine girdiğinde resonatörler için  $n=17$ , bileşik etki için  $n=33$  ve beliren etki için  $n=3$  olmuştur.

Çizelge 1. Meta toplum veri matrisinin sembolik gösterimi (sıralar türleri ( $S_i$ ) ve sütunlar kompleksleri (örnek alanları) ( $C_i$ ) ifade etmektedir. Burada  $f_{+1} + f_{+2} + \dots + f_{+k} = \sum_{x \in X} f(x)$  ve  $f_{1+} + f_{2+} + \dots + f_{s+} = \sum_{y \in Y} f(y)$  frekans değerlerinin toplamını ifade etmektedir. Her bir tür  $Y$  değişkenin elementi iken, her bir kompleks  $X$  değişkeninin elementidir)

|        | Kompleksler |          |          |       |          | $\sum$        | $f(y)$ |
|--------|-------------|----------|----------|-------|----------|---------------|--------|
|        | $C_1$       | $C_2$    | ...      | $C_5$ |          |               |        |
| Türler | $S_1$       | $f_{11}$ | $f_{12}$ | ...   | $f_{15}$ | $f_{1+}$      |        |
|        | $S_2$       | $f_{21}$ | $f_{22}$ | ...   | $f_{25}$ | $f_{2+}$      |        |
|        | ...         | ...      | ...      | ...   | ...      | ...           |        |
|        | $S_8$       | $f_{81}$ | $f_{82}$ | ...   | $f_{85}$ | $f_{8+}$      |        |
| $\sum$ | $f(x)$      | $f_{+1}$ | $f_{+2}$ | ...   | $f_{+5}$ | $\sum f_{++}$ |        |

Çizelge 2. Kompleksler ve onların içerdiği türlerin bolluk verilerini içeren hipotetik bir meta toplum verisi

| Kompleks/Tür | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 | S10 | S11 | S12 | S13 | S14 | S15 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| C1           | 1  | 2  | 4  | 5  | 1  | 1  |    |    | 5  |     |     |     |     | 1   | 3   |
| C2           |    |    | 3  |    | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  | 3   |     |     |     |     | 2   |
| C3           | 1  |    |    |    | 3  |    |    |    | 1  | 4   | 3   | 2   | 1   | 1   | 4   |

Çizelge 3. Meta toplumun özel süreçlerine ait PENİ sonuçları

| Yapılar       | nH          | n  | H          | P         |
|---------------|-------------|----|------------|-----------|
| Resonatörler  | 37,07709158 | 15 | 2,47180611 | 0,0844322 |
| Kompleksler   | 11,96177424 | 3  | 3,98725808 | 0,0185505 |
| Birleşik etki | 51,9724065  | 26 | 1,99893871 | 0,135479  |
| Beliren etki  | 2,93354069  | 1  | 2,93354069 | 0,0532083 |

\*Beliren etkinin  $n$  değeri enterpolasyon yolu ile belirlenmiş tam sayıya tamamlanmıştır.

Çizelge 4. Meta toplumun özel süreçlerine ait sapma düzeltmeli PENİ sonuçları

| Yapılar       | nH          | n  | H          | P         |
|---------------|-------------|----|------------|-----------|
| Resonatörler  | 40,6477169  | 17 | 2,39104217 | 0,0915342 |
| Kompleksler   | 12,1570038  | 3  | 4,0523346  | 0,0173817 |
| Birleşik etki | 62,60689084 | 33 | 1,89717851 | 0,1499912 |
| Beliren etki  | 9,802170133 | 3  | 4,90108507 | 0,0074385 |

\*Beliren etkinin n değeri enterpolasyon yolu ile belirlenmiş, çıkan sayı tam sayıya tamamlanmıştır.

Çizelge 3 ve Çizelge 4 karşılaştırıldığında sapma düzeltmeli tüm nH değerleri geleneksel hesaplama ile elde edilen nH değerlerinden yüksek çıktığı görülmektedir. Sapma düzeltme hesapları dikkate alındığında enerji bileşenleri içinde en yüksek değişim nH<sub>J</sub> ve nH<sub>Em</sub> için olmuştur. Zira, geleneksel yaklaşımla ile karşılaştırıldığında sapma düzeltmeli nH<sub>J</sub> değerlerinde yaklaşık % 20'lik bir artış ve sapma düzeltmeli nH<sub>Em</sub> değerinde ise üç katın üzerinde bir artış gerçekleşmiştir (Çizelge 3 ve Çizelge 4). H değerlerinde de değişim olmuştur. Geleneksel yaklaşımla kıyaslandığında, resonatörlerin ve bileşik etkinin sapma düzeltmeli H değerlerinde azalma gerçekleşirken komplekslerin ve beliren etkinin sapma düzeltmeli H değerinde artış olmuştur.

#### 4. Sonuç ve öneriler

Sapma düzeltme eşitliklerinin ekolojik kuantum parametrelerinin kestiriminde kullanılmasının temel sebebi, envanter ile elde edilen verilerin her zaman tam anlamı ile gerçeği yansıtamayacağı kabulüne dayanmaktadır (Chao ve Shen, 2003). Bu kabul çerçevesinde hipotetik meta toplum verisi (Çizelge 2) örneğinden de görüleceği gibi, enerji parametrelerinin geleneksel ve sapma düzeltmeli hesapları arasında önemli farklılıklar olabilmektedir.

Ekolojik evren (meta toplum) ölçeğinde filogeni, çevresel arabulucu, beliren etki ve bunların toplamını ifade eden bileşik etkiye ait potansiyel enerji ayak izi (PENİ) değerlerinin elde edilmesi, diğer bir değişle, bir meta (canlı) toplumun potansiyel enerjisindeki şekillenmesi Orlóci (2013a) tarafından açıklandığı üzere aşağıda üç temel kabule dayanmaktadır.

1. Filogenetik süreç meta toplumların enerji yapısı içinde ölçülebilir bir ayak izi bırakır. Ayak izi floristik ve içsel fonksiyonel özellik çeşitliliği ile ilişkili olduğundan, entropi tabanlı kuantum analizi ile analitik olarak ölçülebilmektedir.
2. Çevresel arabulucular (çevresel değişkenler) meta toplumları kompozisyon değişikliğine zorlayarak enerji yapısını değiştirir. Değişim meta toplumların yaşam alanında vuku bulur. Enerji yapısı zamansal ve yarı zamansal zincir üzerinden kuantum analizi ile analitik olarak ölçülebilir.
3. Doğal süreç ne tam anlamı ile deterministik ne de tamamen rastlantısaldır. Filogeni ve çevresel etki dışında ortaya çıkan etki doğal sürecin deterministik kısmından kalan enerjiyi ifade etmektedir. Orlóci (2013a) tarafından yukarıda açıklanan kabuller, bu makale de bahsi geçen sebepten dolayı yeterli gelmemektedir. Bu yüzden bu kabullere yeni bir kabul ekleme ihtiyacı hâsıl olmuştur. Şöyle ki;
4. Bir meta toplumun kendi evreni için kesin bir sınır çizilemez. Bununla birlikte meta topluma yönelik veri elde etmek için envanter sınırlandırılmış belli bir alanda

gerçekleştirilmek zorundadır. Bu yüzden meta toplumlara yönelik envanter verisi az veya çok sapma gösterebilir. O halde ekolojik kuantum analizi çerçevesinde enerji bileşen tablosunun oluşturulmasında sapma kavramı ve onunla ilgili eşitliler hesaplara dahil edilmelidir.

İlk üç kabul kıyaslandığında son kabulün farklı türden olduğu, dolayısıyla eklenen bu son kabulün ilk üç kabulde birlikte aynı torbada olmaması gerektiği düşünülebilir. Ancak böyle bir düşünce doğru değildir. Son kabul ilk üç kabulde birlikte aynı başlık altında yer almalıdır. Şöyle ki;

İkinci kabul de “Değişim meta toplumların yaşam alanında (in situ) vuku bulur” cümlesi yer almaktadır. Bu cümle doğrudur ama yetersizdir. Çünkü eklenen son maddede de ifade edildiği üzere, meta toplumların yaşam alanı için kesin bir sınır çizilemez. Kesin sınır çizilemez ise sınırlandırılmış alandan elde edilen meta toplum verisinin de o meta toplumu tam olarak temsil ettiği iddia edilemez.

Üçüncü kabul de “Doğal süreç ne tam anlamı ile deterministik ne de tamamen rastlantısaldır” ifadesi geçmektedir. Envanter verisi belli bir zaman diliminden veya zaman dilimlerinden elde edilmektedir. Sürecin tam anlamı ile deterministik olmaması, asıl olarak envanter ile elde edilen verilerin az veya çok eksik olabileceği anlamına gelmektedir.

Kuantum ekolojisi henüz çok yeni bir konudur. Doğal olarak bu konu L. Orlóci tarafından kurgulandığı ilk hali ile kalmayacak, kavramsal ve metodolojik açıdan gelişmeye devam edilecektir.

Bu makalede sapma düzeltme eşitlikleri dahil edilerek enerji bileşen tablosunun hesabı gerçekleştirilmiştir. Sapma düzeltme kavramı bu sayede ekolojik kuantum analizleri içinde yer bulmuştur. Ekolojik kuantum parametrelerinin sapma düzeltmeli kestirimlerinde birinci derece jackknife eşitliği tercih edilmiştir. Ne var ki geliştirilmiş birçok sapma düzeltme eşitliği bulunmaktadır. Dolayısıyla kuantum ekolojisi alanında birinci derece jackknife indisine alternatif olabilecek daha iyi sonuçlar verebileceğine inanılan sapma düzeltme eşitlikleri ile yeni çalışmalar yapmak mümkündür. Aynı durum genelleştirme konusu içinde geçerlidir. Ekolojik kuantum parametrelerinin genelleştirilmesinde veya diğer bir değişle enerji parametrelerinin profil eğrilerinin çıkartılmasında Orlóci ve Özkan (2019) Kanadankis istatistiğini ve Özkan (2018) Tsallis entropisini kullanmıştır. Ancak Kanadankis istatistiği ve Tsallis entropisi dışında kullanılacak birçok genelleştirilmiş entropi eşitliği bulunmaktadır. Bu yüzden kuantum ekolojisi alanında kavramsal ve metodolojik zenginliği arttırmak amacıyla sapma konusunda olduğu gibi genelleştirme konusundan da yeni çalışmaların gerçekleştirilmesi mümkün görülmektedir.

**Kaynaklar**

- Burnham, K.P., Overton, W.S., 1978. Estimation of the size of a closed population when capture probabilities vary among animals. *Biometrika*, 65: 625-633.
- Chao, A., Shen, T.J., 2003. Nonparametric estimation of Shannon's index of diversity when there are unseen species in sample. *Environmental and Ecological Statistics*, 10(4): 429-443.
- Chao, A., Shen, T.J., 2010. User's Guide for Program SPADE (Species Prediction And Diversity Estimation). Available at: <http://chao.stat.nthu.edu.tw/>. Eriřim: 10.03.2019
- Orlóci, L., 2013a. Quantum Ecology. The energy structure and its analysis. SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/4406077>, Eriřim tarihi:12.12.2014.
- Orlóci, L., 2013b. Quantum analysis of primary succession. the energy structure of a vegetation chronosere in Hawai'i Volcanoes National Park, SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/4452597>, Eriřim:12.12.2014.
- Orlóci, L., 2014. The vegetation process. A holistic study of long-term community energetics in East Beringia. SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/4760258> (Eriřim tarihi: 12. 12.2014).
- Orlóci, L., 2015a. Quantum Ecology. The energy structure and its analysis. 2<sup>nd</sup> edition, SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/5750582>, Eriřimi:07. 10.2015.
- Orlóci, L., 2015b. Energy based vegetation mapping. A case study in statistical quantum analysis. SCADA Publishing, Canada Online Edition: [https://www.researchgate.net/publication/278326372\\_Energy-based\\_vegetation\\_mapping\\_A\\_case\\_study\\_in\\_statistical\\_quantum\\_analysis](https://www.researchgate.net/publication/278326372_Energy-based_vegetation_mapping_A_case_study_in_statistical_quantum_analysis), Eriřim: 11.02.2019
- Orlóci, L., 2015c. Diversity analysis, holistic energetics, and statistics. The resonator complex model in community ecology. SCADA Publishing, Canada Online Edition: [http://www.researchgate.net/publication/281781627\\_Diversity\\_analysis\\_holistic\\_energetics\\_and\\_statistics\\_The\\_resonator\\_complex\\_model\\_in\\_community\\_ecology](http://www.researchgate.net/publication/281781627_Diversity_analysis_holistic_energetics_and_statistics_The_resonator_complex_model_in_community_ecology), Eriřim: 12.04.2019
- Orlóci, L., Özkan, K., 2019. Holistic energetics and the vegetation complex, SCADA Publishing, Canada.
- Özkan, K., 2016. Yeni paradigma anlayışı ile, her şeye tek bir bilgi altlık yolunda; ekosistem nitelik haritalaması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 66(2): 410-444.
- Özkan, K., 2017a. Quantum analysis for biological communities using presence data. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 67(1): 80-84.
- Özkan, K., 2017b. Doğanın Kuantum Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 102, ISBN: 978-605-9454-08-7, Isparta.
- Özkan, K., 2018. Generalization of the Energy based entropy for Ecological Communities in the frame of Tsallis Statistic. *International Conference on Science and Technology (ICONST 05-09 September 2018)*, 877-882, Kosovo.
- Zahl, S. 1977. Jackknifing an index of diversity. *Ecology*, 58: 907-913.